大麦-高粱型饲粮中添加酵母培养物对肥育猪生长性能及肉品质的影响

路则庆[1] 熊海涛[1] 宋德广[1] 虞财华[1] 余东游[1] 蔡永久[2] 汪以真[1*]

（1.浙江大学饲料科学研究所，杭州 310058；2.达农威中国公司，深圳 518038）

摘 要：本试验旨在研究大麦-高粱型饲粮中添加酵母培养物对肥育猪生长性能及肉品质的影响。选择体重相近、日龄基本一致的健康“杜×长×大”三元杂交肥育猪120头，随机分为3组，每组4个重复，每个重复10头猪。各组分别饲喂玉米-豆粕型饲粮、大麦-高粱型饲粮和在大麦-高粱型饲粮的基础上添加0.8%酵母培养物的试验饲粮。试验期为60 d。结果显示：1）与玉米-豆粕组相比，大麦-高粱组肥育猪平均日增重减少了8.62%（P＞0.05），料重比了增加9.78%（P＜0.05），而大麦-高粱+酵母培养物组平均日增重和料重比无显著变化（P＜0.05）。2）与玉米-豆粕组相比，大麦-高粱组背最长肌亮度（L^*）值显著降低（P＜0.05），红度（a^*）值显著升高（P＜0.05），而大麦-高粱+酵母培养物组L^*、a^*值无显著差异（P＞0.05）。各组肥育猪背最长肌pH_{45min}、滴水损失、肌内脂肪、粗蛋白质和水分等指标均无显著差异（P＞0.05）。3）与玉米-豆粕组和大麦-高粱组相比，大麦-高粱+酵母培养物组背最长肌饱和脂肪酸含量显著升高（P＜0.05），而单不饱和脂肪酸（MUFA）含量显著降低（P＜0.05）；皮下脂肪组织中MUFA含量显著降低（P＜0.05）。4）与玉米-豆粕组相比，大麦-高粱+酵母培养物组挥发性盐基氮的含量显著降低（P＜0.05）。本研究提示，在大麦-高粱型饲粮中添加0.8%的酵母培养物能有效提高肥育猪的生长性能，改善肉品质。

关键词：酵母培养物；生长性能；肉品质；肥育猪

中图分类号：S828 文献标识码： 文章编号：

我国生猪养殖以玉米-豆粕型饲粮为主，而大麦、高粱等非常规原料以及农副产品资源未得到很好的利用，这在一定程度上造成了饲料价格居高不下的现象。此外，过度追求动物生长性能的提升也导致了我国猪肉品质较差的现状。目前，国内生猪养殖普遍采用“杜×长×大”外三元猪种，其肌内脂肪含量较低，直接影响了肉质风味，同时也造成滴水损失高、

收稿日期：2015–10–29

基金项目：国家现代生猪产业体系岗位科学家项目（CARS-36）

作者简介：路则庆（1986-），男，山东泰安人，博士研究生，从事动物营养和新型饲料添加剂研发工作。E- mail： zqlu2012@163.com

*通信作者：汪以真，教授，博士生导师，E-mail： yzwang321@zju.edu.cn

肉色苍白等问题。酵母培养物作为一种绿色、无毒、无害微生态制剂正受到越来越多的关注，酵母培养物是在特定工艺条件下由酵母菌在培养基中经过充分发酵后所形成的微生态制品[1]，富含蛋白质、小肽、氨基酸、核苷酸、有机酸、寡糖、酶和多种未知生长因子等代谢产物[2]。目前，酵母培养物已在奶牛、肉牛和山羊等反刍动物养殖中得到广泛应用[3-7]，同时在仔猪上的应用研究也越来越多，研究表明，酵母培养物具有提高仔猪的采食量、维持肠道微生态区系平衡、提高营养物质消化率[8-9]和机体免疫功能[10]。但酵母培养物在生长肥育猪上的研究相对较少，且主要集中在玉米-豆粕型饲粮中的配合使用上，因此，本试验围绕大麦、高粱等非常规饲料原料的高效利用，研究肥育猪大麦-高粱型饲粮中添加酵母培养物对其生长性能和肉品质的改善作用，为酵母培养物在肥育猪上的高效应用提供理论依据。

1 材料与方法

1.1 试验设计

选择体重 68 kg 左右、遗传背景相近、日龄基本一致的健康“杜×长×大”三元杂交肥育猪 120 头，随机分为 3 组，每组 4 个重复，每个重复 10 头猪。各组分别饲喂玉米-豆粕型饲粮（玉米-豆粕组）、大麦-高粱型饲粮（大麦-高粱组）和在大麦-高粱型饲粮的基础上添加 0.8%酵母培养物的试验饲粮（大麦-高粱+酵母培养物组）。饲粮按照我国猪饲养标准（NY/T 65-2004）推荐的生长肥育猪营养需要进行配制，试验饲粮组成及营养水平见表 1，试验期为 60 d。试验所用酵母培养物（商品名益康 XP）由达农威中国公司提供。

表 1　试验饲粮组成及营养水平（风干基础）

Table 1　Composition and nutrient levels of experimental diets (air-dry basis)　　%

项目 Items	玉米-豆粕组 Corn-soybean group	大麦-高粱组 Barley-sorghum group	大麦-高粱+酵母培养物组 Barley-sorghum + yeast culture group
原料 Ingredients			
玉米 Corn	61.30		
大麦 Barley		43.70	42.90
高粱 Sorghum		20.00	20.00
豆粕 Soybean meal	16.50	5.00	5.00
棉籽粕 Cottonseed meal		5.00	5.00
玉米干酒糟及可溶物 Corn DDGS	5.00	6.00	6.00
次粉 Wheat middling	8.00	9.00	9.00

米皮 Rice middling	5.00	7.00	7.00
磷酸氢钙 $CaHPO_4$	0.30	0.30	0.30
石粉 Limestone	1.30	1.30	1.30
膨润土 Bentonite	1.00	1.00	1.00
预混料 Premix[1)]	1.00	1.00	1.00
食盐 NaCl	0.40	0.40	0.40
L-赖氨酸盐酸盐 *L*-Lys•HCl	0.20	0.30	0.30
酵母培养物 Yeast culture			0.80
合计 Total	100.00	100.00	100.00
营养水平 Nutrient levels[2)]			
消化能 DE/(MJ/kg)	13.72	13.10	12.97
粗蛋白质 CP	16.14	15.21	15.13
钙 Ca	0.69	0.66	0.66
有效磷 AP	0.22	0.29	0.29
赖氨酸 Lys	0.86	0.85	0.85
苏氨酸 Thy	0.58	0.54	0.54
色氨酸 Try	0.17	0.19	0.18

1)预混料为每千克饲粮提供 The premix provided the following per kg of diets：VA 6 500 IU，VB_1 2.0 mg，VB_2 6.4 mg，VB_6 3.0 mg，VB_{12} 24 mg，VD_3 2 000 IU，VE 42 mg，VK_3 2.0 mg，生物素 biotin 160 mg，叶酸 folic acid 1.2 mg，*D*-泛酸 *D*-pantothenic acid 20 mg，烟酸 nicotinic acid 24 mg，氯化胆碱 choline chloride 250 mg，Cu (as copper sulfate) 100 mg，Fe (as ferrous sulfate) 150 mg，Mn (as manganese sulfate) 30 mg，Zn (as zinc sulfate) 150 mg。

2)消化能和有效磷为计算值，其余为实测值。DE and AP were calculated values, while the others were measured values.

1.2 饲养管理

试验前对供试猪舍进行消毒，试验期间每天 06:00、11:00 和 17:00 饲喂 3 次，根据肥育猪的采食情况进行适当调整，计量不限量，自由饮水。每日清扫猪舍粪便，观察并记录采食情况和健康状况，按猪场规定进行免疫和消毒。

1.3 测定指标与方法

1.3.1 生长性能测定

分别于试验的第 1 天和第 60 天时，试验猪自由饮水，空腹 16 h 后称重，统计试验期间各重复的耗料量，计算平均日采食量（average daily feed intake,ADFI）、平均日增重（average

daily gain,ADG）和料重比（F/G）。

1.3.2　肉品质测定

试验结束时，每个重复随机选择 2 头肥育猪屠宰，每组屠宰 8 头，3 个组共屠宰 24 头，取左侧胴体最后肋骨处背最长肌与背部皮下脂肪，测定猪肉品质相关指标。其中肌肉 pH_{45min}、pH_{24h}、滴水损失及肌内脂肪、肌肉粗蛋白和水分含量的测定参照《猪肌肉品质测定技术规范》（NY/T 821-2004）进行，肉色采用色差仪检测背最长肌亮度（L^*）、红度（a^*）和黄度（b^*）值，肌苷酸采用高效液相色谱仪测定，肌肉嫩度参照《肉嫩度的测定 剪切力测定法》（NY/T 1180-2006）进行测定。

脂肪酸及铁、铜、锌含量参照《肉与肉制品》（GB/T 9695-2009）进行测定，挥发性盐基氮含量参照《肉与肉制品卫生标准的分析方法》（GB/T 5009.44-2003）进行测定，菌落总数参照《食品微生物学检验 菌落总数测定》（GB 4789.2-2010）进行测定。

1.4　统计分析

试验数据应用 SPSS 19.0 统计软件的 ANOVA 模型进行单因子方差分析（one-way ANOVA），采用 Duncan 氏法进行多重比较，P＜0.05 表示差异显著，试验数据均以平均值±标准误表示。

2　结果及分析

2.1　酵母培养物对肥育猪生长性能的影响

由表 2 可知，与玉米-豆粕组相比，大麦-高粱组平均日增重减少了 8.62%（P＞0.05），料重比增加了 9.78%（P＜0.05），说明饲喂大麦-高粱型饲粮会明显影响肥育猪的生长性能。而与大麦-高粱组相比，大麦-高粱+酵母培养物组肥育猪平均日增重有升高的趋势（P＞0.05），料重比显著降低（P＜0.05），且与玉米-豆粕组差异不显著（P＞0.05），说明酵母培养物在一定程度上缓解了因饲喂大麦-高粱型饲粮引起的平均日增重降低和料重比升高的不良影响。

表 2　酵母培养物对肥育猪生长性能的影响

Table 2　Effects of yeast culture on growth performance of finishing pigs (n=4)

项目 Items	玉米-豆粕组 Corn-soybean group	大麦-高粱组 Barley-sorghum group	大麦-高粱+酵母培养物组 Barley-sorghum + yeast culture group
初重 IW/kg	68.36±1.29	68.13±1.62	68.63±1.40
末重 FW/kg	119.81±1.23	115.15±3.19	118.74±2.67

平均日采食量 ADFI/kg	2.80±0.02	2.81±0.06	2.84±0.08
平均日增重 ADG/g	857.50±4.72	783.54±28.55	835.21±26.60
料重比 F/G	3.27±0.04[a]	3.59±0.07[b]	3.40±0.06[a]

同行数据肩标不同小写字母表示差异显著（P<0.05），相同或无字母表示差异不显著（P>0.05）。下表同。

In the same row, values with different small letter superscripts mean significant difference (P<0.05), while with the same or no letter superscripts mean no significant difference (P>0.05). The same as below.

2.2 酵母培养物对肥育猪肉品质的影响

由表 3 可知，大麦-高粱组 pH_{24h} 显著高于玉米-豆粕组和大麦-高粱+酵母培养物组（P＜0.05），与玉米-豆粕组相比，大麦-高粱组背最长肌 L^*值显著降低（P＜0.05），a^*值显著升高（P＜0.05），而大麦-高粱+酵母培养物组有缓解 L^*值降低、a^*值升高的趋势（P＞0.05）。同时，高粱、大麦等原料会降低肌肉中的肌苷酸含量，与玉米-豆粕组相比，大麦-高粱组肌苷酸含量显著降低（P＜0.05），而大麦-高粱+酵母培养物组有缓解肌苷酸含量降低的作用。此外，各组肥育猪背最长肌 pH_{45min}、滴水损失、肌内脂肪、粗蛋白质和水分等指标均无显著差异（P＞0.05）。

表 3 酵母培养物对肥育猪肉品质的影响

Table 3 Effects of yeast culture on meat quality of finishing pigs (n=8)

项目 Items		玉米-豆粕组 Corn-soybean group	大麦-高粱组 Barley-sorghum group	大麦-高粱+酵母培养物组 Barley-sorghum + yeast culture group
pH_{45min}		6.07±0.09	6.17±0.10	6.01±0.11
pH_{24h}		5.49±0.05[b]	5.66±0.06[a]	5.45±0.02[b]
滴水损失 Drip loss/%		3.19±0.52	2.69±0.32	3.48±0.33
肉色 Meat color	L^*	50.61±1.61[a]	45.81±0.80[b]	47.41±0.90[ab]
	a^*	7.15±0.19[b]	9.08±0.74[a]	8.32±0.33[ab]
	b^*	11.02±0.40	10.49±0.16	10.61±0.38
剪切力 Shear force/N		68.95±4.37	67.87±3.24	60.84±3.02

肌苷酸 Inosinic acid/(g/kg)	2.81±0.04[a]	2.65±0.06[b]	2.79±0.03[a]
肌内脂肪 IMF/%	2.21±0.31	2.52±0.26	2.21±0.23
粗蛋白质 CP/%	23.22±0.18	23.12±0.06	22.78±0.19
水分 Moisture/%	73.90±0.11	74.08±0.23	74.27±0.16

2.3 酵母培养物对猪肉脂肪酸组成的影响

由表 4 可知，在背最长肌的脂肪酸组成方面，与玉米-豆粕组和大麦-高粱组相比，大麦-高粱+酵母培养物组背最长肌饱和脂肪酸（saturated fatty acid,SFA）含量显著升高（*P*＜0.05），而单不饱和脂肪酸（monounsaturated fatty acid,MUFA）含量显著降低（*P*＜0.05）；大麦-高粱+酵母培养物组多不饱和脂肪酸（polyunsaturated fatty acids,PUFA）含量显著高于大麦-高粱组（*P*＜0.05），而与玉米-豆粕组无显著差异（*P*＞0.05）。在皮下脂肪的脂肪酸组成方面，与玉米-豆粕组相比，大麦-高粱组和大麦-高粱+酵母培养物组 SFA 含量显著降低（*P*＜0.05），MUFA 含量显著升高（*P*＜0.05），而 PUFA 含量无显著变化（*P*＞0.05）。

表 4 酵母培养物对猪肉脂肪酸组成的影响

Table 4 Effects of yeast culture on fatty acid composition of finishing pigs (*n*=8) %

项目 Items	玉米-豆粕组 Corn-soybean group	大麦-高粱组 Barley-sorghum group	大麦-高粱+酵母培养物组 Barley-sorghum + yeast culture group
背最长肌 *Longissimus dorsi* muscle			
饱和脂肪酸 SFA	46.77±0.04[b]	46.82±0.04[b]	46.95±0.04[a]
单不饱和脂肪酸 MUFA	33.79±0.04[b]	33.99±0.05[a]	33.59±0.03[c]
多不饱和脂肪酸 PUFA	19.44±0.03[a]	19.19±0.04[b]	19.46±0.03[a]
皮下脂肪 Subcutaneous fat			
饱和脂肪酸 SFA	50.07±0.04[a]	49.78±0.04[b]	49.71±0.02[b]
单不饱和脂肪酸 MUFA	47.38±0.03[c]	47.64±0.03[b]	47.72±0.02[a]
多不饱和脂肪酸 PUFA	2.55±0.01	2.58±0.01	2.58±0.02

2.4 酵母培养物对猪肉卫生指标及微量元素含量的影响

菌落总数、挥发性盐基氮含量是评定猪肉新鲜度的重要指标，一般新鲜猪肉菌落总数<10^6 CFU/g，挥发性盐基氮含量<15 mg/100g。由表 5 可知，与玉米-豆粕组相比，大麦-高粱+酵母培养物组背最长肌的菌落总数无显著差异（*P*＞0.05），但挥发性盐基氮的含量显著降低（*P*＜0.05），挥发性盐基氮含量越低，货架寿命越长。此外，各组猪肉中微量元素铜、锌、铁

的含量无显著差异（$P>0.05$）。

表 5　酵母培养物对猪肉卫生指标及微量元素含量的影响

Table 5　Effects of yeast culture on the hygienic index and microelement content of finishing pigs (*n*=8)

项目 Items	玉米-豆粕组 Corn-soybean group	大麦-高粱组 Barley-sorghum group	大麦-高粱+酵母培养物组 Barley-sorghum + yeast culture group
菌落总数 Total bacterial count/(CFU/g)	1 758.33±585.01	680.00±323.50	1 125.00±442.86
挥发性盐基氮 TVB-N/（mg/100g）	12.81±0.82[a]	10.67±0.37[b]	9.66±0.40[b]
铜 Cu/（mg/kg）	1.02±0.03	1.06±0.04	1.06±0.04
锌 Zn/（mg/kg）	19.89±0.59	21.09±0.47	20.81±0.29
铁 Fe/（mg/kg）	7.84±0.11	7.75±0.10	7.82±0.06

3　讨　论

3.1　酵母培养物对肥育猪生长性能的影响

断奶仔猪饲粮中添加酵母培养物可以减少仔猪断奶应激，降低腹泻率，提高采食量和日增重，提高仔猪存活率[11-12]。而酵母培养物在肥育猪上的研究较少，田书会等[13]报道，在夏季生长肥育猪玉米-豆粕饲粮中添加0.4%酵母培养物能显著降低回肠乳酸杆菌数量和乳酸浓度，提高结肠丁酸浓度，为肠道上皮细胞提供更多的能量。刘希颖等[14]报道，在 35 kg 左右生长猪玉米-豆粕型饲粮中添加 0.15%的酵母培养物可以显著提高平均日增重，且能增加肠道微生物数量，显著提高粗纤维利用率。黄珂等[15]报道，在豆粕-玉米型饲粮中添加 10%的酵母培养物可提高生长育肥猪的生产性能及消化率，而此研究中的酵母培养物实际是一种通过微生物发酵处理后的干酒糟及其可溶物（DDGS）。本研究发现，与玉米-豆粕型饲粮相比，饲喂大麦-高粱型饲粮会明显降低肥育猪的生长性能，这与大麦中的木聚糖、β-葡聚糖和高粱中的单宁等抗营养因子有关[16-17]。而酵母培养物富含小肽、氨基酸、核苷酸、有机酸、酶等多种生物活性物质，能够调节肠道菌群平衡，提高养分利用率[2]，一定程度上缓解了肥育猪因饲喂大麦-高粱型饲粮引起的平均日增重降低和料重比升高的不良影响，这为利用非常规原料降低肥育猪饲料成本提供了可行性。

3.2　酵母培养物对肥育猪肉品质的影响

猪肉品质受遗传、营养、环境、运输和屠宰加工处理等因素的影响，肉色、pH、嫩度、滴水损失、肌内脂肪、脂肪酸组成和风味物质等是评定肌肉品质的重要指标。pH 是反映生

猪屠宰后机体肌糖原酵解速度的重要指标，一般宰后 45 min 的正常 pH 为 6.1~6.4，而白肌肉（PSE 肉）宰后 45 min 的 pH 为 5.1~5.5[18]。肉色是肉品外观评定的重要指标，也是肉品定价的决定性因素。肉色以 L^*、a^*及 b^*值表示，一般 L^*值越小、a^*值越大、b^*值越小，肉色越好。理想肉色为鲜红色，若肉色呈现灰白或深红色，则提示可能是异常肉[19]。肌肉嫩度通常通过剪切力值来反映，其值越低，表示肌肉越嫩。而肌肉的保水力直接影响肉的滋味、香气、多汁性、养分损失、嫩度和颜色等食用品质，滴水损失愈大，则肌肉保水力愈差，经济损失也就愈大。研究表明，在肉仔鸡饲粮中添加 0.5%的酵母培养物能显著降低肌肉的剪切力及滴水损失，提高肌肉的嫩度及持水能力[20]。而在生长育肥猪上研究表明，饲粮中添加酵母培养物对背最长肌 pH、滴水损失和肉色均无显著影响，但剪切力以 0.2%酵母培养物添加组最低[21]。本研究中，在大麦-高粱型饲粮中添加 0.8%的酵母培养物可以显著降低背最长肌 pH_{24h}，而对 pH_{45min} 无显著影响。此外，利用大麦、高粱等非常规原料，配合使用 0.8%酵母培养物可以降低背最长肌亮度 L^*值，增加肌肉 a^*值，这可能与酵母培养物的添加可以提高机体谷胱甘肽过氧化物酶（glutathione peroxidase,GSH-Px）和超氧化物歧化酶（superoxide dismutase,SOD）的活性有关[22-23]。

肌内脂肪是影响肉质的决定性因素之一，其与肌肉系水力、嫩度和风味物质有很强的相关性，适量的肌内脂肪可以改善肉品质[24]，而肌苷酸是对肉类的鲜味贡献最大的一类化合物。许梓荣等[16]报道，与饲喂玉米相比，育肥猪饲喂大麦后背最长肌的粗脂肪含量降低，而在本研究中，大麦-高粱型饲粮及酵母培养物对肌内脂肪含量无显著影响，3个组肌内脂肪含量在2.2%~2.5%，接近理想肉质范围（2.5%~3.5%）[25]。此外，应用大麦-高粱型饲粮显著降低了背最长肌中的肌苷酸含量，而添加0.8%酵母培养物则有缓解肌苷酸含量降低、改善肉品质的作用，这可能与酵母培养物中含有丰富的小肽、氨基酸和核苷酸有关[2]。

3.3　酵母培养物对猪肉脂肪酸组成的影响

猪肉中脂肪酸的含量、种类和比例是评价猪肉品质的重要指标，一定程度上可以影响猪肉的鲜美滋味，但目前脂肪酸组成对肉品质的影响研究结果不尽一致。Migdal等[26]研究指出，胴体脂肪中PUFA的含量高可改善肉的风味，提高肉的食用价值，但易使肌肉的脂肪过度变软，易氧化。而Cameron等[27]研究表明，猪肉中SFA及MUFA的含量较高时，肌肉嫩度、多汁性和风味均较好。与玉米相比，高粱脂肪含量低，不饱和脂肪酸所占比例也小，尤其是亚油酸的含量远远低于玉米[17]，研究显示，饲喂高粱比饲喂玉米的猪只肉质中的亚油酸含量更低，而且背膘和下颌脂肪中PUFA与SFA的比例更低[28]。在本研究中，在肥育猪大麦-高粱饲粮中添加酵母培养物可以显著提高背最长肌中的SFA和PUFA含量，而在皮下脂肪组织

中显著降低了SFA含量，同时提高了MUFA含量。

4 结 论

① 与生猪养殖中常用的玉米-豆粕型饲粮相比，饲喂大麦-高粱型饲粮在一定程度上影响肥育猪的生长性能，而添加 0.8%酵母培养物后则可缓解生长性能的下降。

② 应用大麦、高粱等非常规原料会影响肌肉 L*值，增加肌肉 a*值，配合使用酵母培养物可增加肌肉肌苷酸的含量，一定程度上改善肉品质。

参考文献:

[1] 高俊.酵母培养物对肉仔鸡的作用及其机理[D].博士学位论文.北京:中国农业科学院,2008:1-2.

[2] 徐廷生,雷学芹,董淑丽,等.益康XP酵母培养物在养殖业上的应用[J].河南科技大学学报:农学版,2003,23(1):51-53.

[3] GUMUS H,SEHU A.Effect of yeast culture supplementation to beef rations on feedlot performance,some rumen and blood parameters[J].Ankara Universitesi Veteriner Fakultesi Dergisi,2016,63(1):39-46.

[4] GHAZANFAR S,ANJUM M I,AZIM A,et al.Effects of dietary supplementation of yeast (*Saccharomyces cerevisiae*) culture on growth performance,blood parameters,nutrient digestibility and fecal flora of dairy heifers[J].Journal of Animal and Plant Sciences,2015,25(1):53-59.

[5] LIU J,YE G,ZHOU Y,et al.Feeding glycerol-enriched yeast culture improves performance,energy status,and heat shock protein gene expression of lactating Holstein cows under heat stress[J].Journal of Animal Sciences,2014,92(6):2494-2502.

[6] TRIPATHI M K,KARIM S A.Effect of individual and mixed live yeast culture feeding on growth performance,nutrient utilization and microbial crude protein synthesis in lambs[J].Animal Feed Science and Technology,2010,(155):163-171.

[7] 张爱忠,卢德勋,刘大程,等.酵母培养物对绒山羊机体免疫指标的影响(英文)[J].动物营养学报,2008,20(2):163-169.

[8] 曹杰,赵川东,刘茂锋,等.酵母培养物对母猪生产性能和仔猪生长性能的影响[J].饲料与畜牧:规模养猪,2014,(12):5-8.

[9] UPADHAYA S D,KIM I H.Effects of essential oil and yeast culture supplements on growth performance,nutrient digestibility and blood characteristics in weaning pigs[J].Indian

Journal of Animal Sciences,2015,85(9):1017-1020.

[10] WEEDMAN S M,ROSTAGNO M H,PATTERON J A, et al.Yeast culture supplement during nursing and transport affects immunity and intestinal microbial ecology of weanling pigs[J].Journal of Animal Sciences,2011,89(6):1908-2539.

[11] 何若钢,肖正中,周晓情,等.饲粮中添加酵母培养物对断奶仔猪生长性能的影响[J].中国畜牧兽医,2009,36(3):25-27.

[12] 孙展英,陈宝江,胡祥均,等.酵母培养物对断奶仔猪生长性能及健康状况的影响[J].饲料与畜牧,2013,(4):43-45.

[13] 田书会,李根来,田文生,等.酵母培养物对夏季生长育肥猪肠道菌群结构和发酵能力的影响[J].南京农业大学学报,2013,36(4):91-98.

[14] 刘希颖,郭文信.酵母培养物对生长猪的生产性能、饲料消化率及肠道微生物区系影响的研究[J].饲料工业,2008,29(20):30-32.

[15] 黄珂,刘少娟,王宏玲,等.酵母培养物对育肥猪生产性能和消化率的影响[J].饲料研究,2015,(24):34-35.

[16] 许梓荣,钱利纯,徐有良,等.大麦替代饲粮中玉米对生长育肥猪生长性能和胴体品质的影响[J].中国兽医学报,2002,22(5):522-524.

[17] 袁保京,王若瑾,姜洁凌.高粱的营养价值及其在猪、鸡饲料与养殖生产中的应用研究进展[J].中国畜牧杂志,2014,50(18):70-75.

[18] CAMOU P,SEBRANEK J G.Gelation characteristic of muscle protein from pale,soft,exudative (PSE) pork[J].Meat Science,1999,30(3):207-220.

[19] DRANSFIED E, SOSNIKI A A.Relationship between muscle growth and poultry meat quality[J].Poultry Science,1999,78(5):743-746.

[20] 于素红,魏涛,初雷,等.酵母培养物对肉仔鸡屠宰性能及胴体品质的影响[J].西北农业学报,2008,17(4):23-27.

[21] PARK J H,LIM O C,NA C S,et al.Effect of dietary supplementation of yeast culture on the performance,nutrient digestibility and physicochemical characteristics of the pork in growing-finishing pigs[J].Journal of Animal Science and Technology,2003,45(2):219-228.

[22] 田文生.酵母培养物对夏季生长育肥猪生产性能、抗氧化及内分泌相关指标和胴体品质的影响[D].硕士学位论文.南京:南京农业大学,2011:31-40.

[23] 张爱忠,卢德勋,刘大程,等.酵母培养物对绒山羊机体抗氧化能力的影响[J].动物营养学

报,2010,22(3):781-786.

[24] 朱荣生,呼红梅,韩红,等.莱芜猪肌肉肌苷酸和肌内脂肪含量研究[J].家畜生态学报,2008,29(6):63-65.

[25] 徐海军,都文,李亚君,等.饲粮能量水平对肥育猪肌内脂肪含量、肌内和皮下脂肪组织脂肪酸组成的影响[J].畜牧兽医学报,2009,40(7):1019-1027.

[26] MIGDAL W,BARTECZKO J,BOROWIEC F,et al.The influence of dietary levels of essential fatty acid in full-dose mixtures on cholesterol level in blood and tissues in fatteners[J].Advances in Agricultural Sciences,2000,7(1):43-48.

[27] CAMERON N D,ENSER M.Fatty acid composition of lipid in *longissimus dorsi* muscle of Duroc and British Landrace pigs and its relationship with eating quality[J].Meat Science,1991,29(4):295-307.

[28] BENZ J M,TOKACH M D,DRITZ S S,et al.Effects of increasing choice white grease in corn- and sorghum-based diets on growth performance,carcass characteristics,and fat quality characteristics of finishing pigs[J].Journal of Animal Sciences,2011,89(3):773-82.

Effects of Yeast Culture on Growth Performance and Meat Quality of Finishing Pigs Fed with Barley-Sorghum Diet

LU Zeqing[1] XIONG Haitao[1] SONG Deguang[1] YU Caihua[1] YU Dongyou[1] CAI Yongjiu[2] WANG Yizhen[1*]

(1. *Institute of Feed Science, Zhejiang University, Hangzhou* 310058, *China*; 2. *Diamond V China, Shenzhen* 518038, *China*)

Abstract: This experiment was conducted to investigate the effects of yeast culture ongrowth performance and meat quality of finishing pigs fed with barley-sorghum diet. A total of 120 healthy "Duroc-Landrace-Yorkshire" crossbred finishing pigs with similar bodyweight were randomly divided into 3 groups with 4 replicates and 10 pigs per replicate. Pigs in the three groups were fed the corn-soybean diet, barley-sorghum diet and barley-sorghum diet supplemented with 0.8% yeast culture, respectively. The experiment lasted for 60 days. The results showed as follows: 1) compared with corn-soybean group, the average daily gain (ADG) of finishing pigs was decreased in the barley-sorghum group (-8.62%, $P>0.05$) and the ratio of feed to gain (F/G) was increased (9.78%, $P<0.05$). There were no differences in ADG and F/G between the

barley-sorghum + yeast culture group and corn-soybean group ($P>0.05$). 2) Compared with corn-soybean group, the lighteness （L^*） value in *Longissimus dorsi* muscle in barley-sorghum group significantly decreased ($P<0.05$), and redness (a^*) value significantly increased ($P<0.05$); but no significantly changes in L^* and a^* value were observed in the barley-sorghum + yeast culture group ($P>0.05$). There were no significant difference in pH_{45min}, drip loss, intramuscular fat, crude protein and moisture in *Longissimus dorsi* muscle among all groups ($P>0.05$). 3） Compared with corn-soybean group and barley-sorghum group, the saturated fatty acid content in *Longissimus dorsi* muscle in barley-sorghum + yeast culture group significantly increased ($P<0.05$) and monounsaturated fatty acid content significantly decreased ($P<0.05$); the monounsaturated fatty acid content in subcutaneous fat in barley-sorghum + yeast culture group significantly decreased ($P<0.05$). 4) Compared with corn-soybean group, the total volatile base nitrogen content in barley-sorghum + yeast culture group significantly decreased ($P<0.05$). The results suggest that the barley-sorghum diet of finishing pigs adding 0.8% yeast culture can enhance growth performance and improve meat quality.

Key words: yeast culture; growth performance; meat quality; finishing pigs

---

*Corresponding author, professor, E-mail： yzwang321@zju.edu.cn (责任编辑　武海龙)